

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-274650
(43)Date of publication of application : 13.10.1998

(51)Int.Cl.

G01N 33/20
G01N 21/17
G02B 21/26

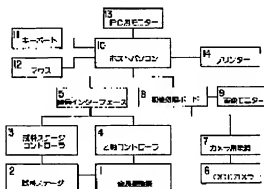
(21)Application number : 09-078418
(22)Date of filing : 28.03.1997

(71)Applicant : NITTETSU HOKKAIDO SEIGYO SYST KK
(72)Inventor : ENDOU MUTSUKI
WAJIMA MASAMI
NISHIMURA TAKEHIRO

(54) METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING NON-METAL INCLUSION IN METAL MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To determine the presence of a non-metal inclusion and its kind by selecting and scanning a visual field where it has been judged that a foreign object exists by a rough inspection and processing an image and then performing a neurofuzzy reasoning from the shape and color parameters of the foreign object.
SOLUTION: The position of a sample stage 2 is adjusted and moved only for a visual field where a foreign object is recognized by a rough inspection, so that it is selected and scanned. An image that is picked up by a CCD camera 6 is processed by an image board 8 according to the instruction of a host personal computer 10. Based on the result, the host personal computer 10 judges whether a foreign object is a non-metal inclusion or not. When the object is a non-metal inclusion, its kind is discriminated and, for example, the number of the foreign objects, sizes, and area rates are obtained for each kind. The discrimination is performed by a neurofuzzy reasoning and the degree of the circle and the degree of the complication of the foreign object, the shape parameter of an aspect ratio, a color parameter of a histogram of three primary colors of red, green, and blue, the degree of dispersion of the histogram, and the degree of a pattern matching are adopted as the parameters, thus reducing an erroneous recognition and allowing an automatic inspection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.02.2004
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C), 1998/2003 Japan Patent Office

特開平10-274650

(43)公開日 平成10年(1998)10月13日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 0 1 N 33/20		G 0 1 N 33/20	J
21/17		21/17	A
G 0 2 B 21/26		G 0 2 B 21/26	

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

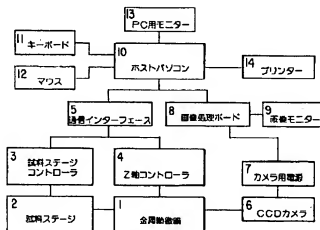
(21)出願番号	特願平9-78418	(71)出願人	591138599 ニッテツ北海道制御システム株式会社 北海道室蘭市仲町12番地
(22)出願日	平成9年(1997)3月28日	(72)発明者	遠藤 睦季 北海道室蘭市仲町12番地 ニッテツ北海道 制御システム株式会社内
		(72)発明者	和島 正己 北海道室蘭市仲町12番地 ニッテツ北海道 制御システム株式会社内
		(72)発明者	西村 武博 北海道室蘭市仲町12番地 ニッテツ北海道 制御システム株式会社内
		(74)代理人	弁理士 田村 弘明

(54)【発明の名称】 金属材料中の非金属介在物検査方法および装置

(57)【要約】

【課題】 鋼材など金属材料中の非金属介在物を自動検査するための方法および装置であって、処理時間短縮と正認識率向上により、従来の人手による検査に置換え可能とする。

【解決手段】 焦点合せ、粗検査、精密検査を行い、焦点合せでは試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、粗検査では被検査範囲の全視野スキャンを行い、C C Dカメラによる顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定し、精密検査では異物有りと判定した視野のみ選択スキャンを行い、画像処理により、形状パラメータ、赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータとヒストグラムの分散度およびパターン相致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属材料の鏡面研磨した試料面を金属顕微鏡により観察して非金属介在物を自動検査する方法であって、焦点合せ、粗検査および精密検査を行い、焦点合せにおいては、試料面内のX方向およびY方向と高さ方向のZ方向にそれぞれ位置調整可能な試料ステージに被検査試料を固定し、試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜を求め、該各傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、粗検査においては、被検査範囲の全視野について、前記演算結果の焦点位置に合せつつ、試料ステージの全視野スキャンニングを行い、CCDカメラによる顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定し、精密検査においては、前記粗検査で異物有りと判定した各視野について選択スキャンニングを行い、画像処理により、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびバターン合致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、前記異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別し、必要データを出力することを特徴とする金属材料中の非金属介在物検査方法。

【請求項2】 金属材料の鏡面研磨した試料面を金属顕微鏡により観察して非金属介在物を自動検査する装置であって、金属顕微鏡、該顕微鏡の試料ステージを試料面内のX方向およびY方向に位置調整するための試料ステージコントローラ、該試料ステージを高さ方向のZ方向に位置調整するためのZ軸コントローラ、試料面の顕微鏡像を撮像するためのCCDカメラ、および演算制御処理装置からなり、演算制御処理装置は、焦点合せ機構、粗検査機構および精密検査機構を有し、焦点合せ機構は、試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させる機構であり、粗検査機構は、被検査範囲の全視野について、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させ、試料ステージの全視野スキャンニングを行うとともに、前記CCDカメラによる顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定する機構であり、精密検査機構は、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させ、前記粗検査で異物有りと判定した各視野について選択スキャンニングを行い、画像処理により、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、および赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびバターン合致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、前記異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別し、必要データを出力する機構であることを特徴とする金属材料中の非金属介在物検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、鋼材など金属材料中の非金属介在物を自動検査するための方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 鋼材中の非金属介在物は、疲労強度など各種材料特性に多大の影響を及ぼすため、鏡面研磨した試料を金属顕微鏡でオペレーターが観察して、非金属介在物の種類を判別し、必要な検査データを算出していた。検査データとしては、JIS G0551に規定される清浄度等が一般に採用されている。清浄度は、接眼鏡に縦横各20本の格子線をもつガラス板を挿入して、被検査面をランダムに繰り返し鏡し、介在物によって占められた格子点中心の数を数えて算出するものである。

【0003】 金属顕微鏡による非金属介在物の観察には、介在物種類の判別に高度な判断力を要するうえ、JIS規格では原則60視野測定すると規定されているように、観察視野数が多いため根拠も必要である。したがって、オペレーターに精神的および肉体的な負荷がかかっている。そこで、近年、顕微鏡像の画像処理を利用した検査の自動化が試みられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の非金属介在物自動検査においては、金属顕微鏡の観察視野毎に焦点合せを行うため処理速度が遅く、長時間を必要とした。そのうえ画像処理では、非金属介在物とゴミなどの付着物との判別や、非金属介在物の種類の判別に際して誤認識の確率が高く、検査データの信頼性が不十分であった。

【0005】 本発明は、鋼材など金属材料中の非金属介在物を自動検査するための方法およびその装置であって、従来よりも処理時間を大幅に短縮するとともに、非金属介在物とゴミなどの付着物との判別、および非金属介在物の種類の判別に際しては、誤認識の確率を低減することで信頼性を高め、人手による検査に置換え可能とすることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明は、金属材料の鏡面研磨した試料面を金属顕微鏡により観察して非金属介在物を自動検査する方法であって、焦点合せ、粗検査および精密検査を行い、焦点合せにおいては、試料面内のX方向およびY方向と高さ方向のZ方向にそれぞれ位置調整可能な試料ステージに被検査試料を固定し、試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜を求め、該各傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、粗検査においては、被検査範囲の全視野について、前記演算結果の焦点位置に合せつつ、試料ステージの全視野スキャンニングを行い、CCDカメラによる顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定し、

精密検査においては、前記粗検査で異物有りと判定した各視野について選択スキニングを行い、画像処理により、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびパターン合致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、前記異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別し、必要データを出力することを特徴とする金属材料中の非金属介在物検査方法である。

【0007】また上記目的を達成するための本発明装置は、金属材料の鏡面研磨した試料面を金属顕微鏡により観察して非金属介在物を自動検査する装置であって、金属顕微鏡、該顕微鏡の試料ステージを試料面内のX方向およびY方向に位置調整するための試料ステージコントローラ、該試料ステージを高さ方向のZ方向に位置調整するためのZ軸コントローラ、試料面の顕微鏡像を撮像するためのCCDカメラ、および演算制御処理装置からなり、演算制御処理装置は、焦点合せ機構、粗検査機構および精密検査機構を有し、焦点合せ機構は、試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させる機構であり、粗検査機構は、被検査範囲の全視野について、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させ、試料ステージの全視野スキニングを行うとともに、試料CCDカメラによる顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定する機構であり、精密検査機構は、前記試料ステージコントローラおよびZ軸コントローラを動作させ、前記粗検査で異物有りと判定した各視野について選択スキニングを行い、画像処理により、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、および赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびパターン合致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、前記異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別し、必要データを出力する機構であることを特徴とする金属材料中の非金属介在物検査装置である。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明法を図1のブロック図に示す具体例により説明する。金属顕微鏡1には試料ステージ2、Z軸コントローラ4およびCCDカメラ6が接続されている。そして、試料ステージ2には試料ステージコントローラ3が、CCDカメラ6にはカメラ用電源7が、それぞれ付設されている。

【0009】試料ステージコントローラ3およびZ軸コントローラ4は、通信インターフェース5を経てホストパソコン10に接続され、CCDカメラ6およびカメラ用電源7は、画像処理ボード8を経てホストパソコン1

0に接続されている。画像処理ボード8には画像モニター9が付設されている。またホストパソコン10には、キーボード11、マウス12、PC用モニター13およびプリンタ14が、それぞれ接続されている。

【0010】試料ステージ2は、試料ステージコントローラ3によりX方向およびY方向に位置調整され、Z軸コントローラ4によりZ方向に位置調整される。X方向およびY方向は試料面内のたがい直交する方向であり、Z方向は試料面の高さ方向である。なおZ軸コントローラ4は、レンズ替えなど金属顕微鏡1本体のコントローラに試料ステージ2のZ方向位置調整機能を付加したものであり、金属顕微鏡1を経て試料ステージ2をコントロールする。

【0011】本発明法を行うには、まず検査すべき金属材料の鏡面研磨したものを、金属顕微鏡1の試料ステージ2に固定する。ついで初期入力として、試料面の被検査範囲と出力すべき検査データをキーボード11によりホストパソコン10に入力し、試料ステージコントローラ3に対し試料面の初期被検査位置を指定する。その後、本発明法によりつぎの手順で自動検査が遂行される。

【0012】1. 焦点合せ

1-1) 試料ステージコントローラ3およびZ軸コントローラ4が動作して試料ステージ2がXYZ方向に位置調整され、被検査範囲の正方形または長方形のコーナー部4視野中の3視野に焦点を合せ、該3視野各中心点のXYZ各座標点が読み取られ、ホストパソコン10にて被検査範囲のX方向傾斜およびY方向傾斜を演算する。ただし、X、Yは試料面内の直交2方向、Zは高さ方向である。

1-2) 上記3点のXYZ各座標点とX方向傾斜およびY方向傾斜から、被検査範囲各視野毎に焦点のZ座標点を演算する。

【0013】2. 粗検査

2-1) 被検査範囲の全視野について試料ステージ2が位置調整されつつ移動し、上記各視野毎のZ座標点を焦点高さとして全視野スキニングを行う。

2-2) CCDカメラ6による全視野の撮像結果を、ホストパソコン10の指示に従って画像処理ボード8にて画像処理を行い、その結果からホストパソコン10にて異物の有無を判別し、異物有りの視野位置を記憶する。

【0014】3. 精密検査

3-1) 上記異物有りの視野のみについて試料ステージ2が位置調整され、選択スキニングを行う。

3-2) CCDカメラ6による上記異物有り視野の撮像結果を、ホストパソコン10の指示に従って画像処理ボード8にて画像処理を行い、その結果からホストパソコン10にて、異物が非金属介在物であるか否かを判別し、非金属介在物である場合はその種類を判別して、種類別の個数、大きさ、面積率等を計測する。JIS G 0555に規

定される沿浄度を出力する場合は、金属顕微鏡1の接眼鏡に挿入したガラス板の縦横各20本の格子線で形成される格子点のうち、非金属介在物によって占められた格子点の数を計測する。3-3) 検査データを演算して表示および記録する。

【0015】上記手順において、検査データとしては、JISに規定される非金属介在物沿浄度のほか、非金属介在物の種類別および大きさ別個数等を出力することができる。

【0016】ここで、焦点合せにおける試料面のX方向傾斜およびY方向傾斜の求め方、および各視野毎の焦点のZ座標の求め方について図2～図4により説明す

$$Z = (\Delta AB / X_{\max}) \cdot i + (\Delta AC / Y_{\max}) \cdot j \quad (1)$$

と表すことができる。なお、A、B、C各視野の焦点合せは、従来の顕微鏡で一般に採用されているオートフォーカスロジックにより行うことができる。

【0018】粗検査における異物有無の判別に際しては、CCDカメラ6の撮像結果を画像処理により2値化し、視野面積に対する異物らしきものの面積率が所定のしきい値を超えた場合、異物有りと判断することができる。1視野あたりの所要時間は約100msecである。

【0019】精密検査において、異物が非金属介在物であるか否かの判別、および非金属介在物である場合の介在物種類の判別は、CCDカメラ6の撮像結果を画像処理し、ニューロ・ファジー推論により行う。ニューロ・ファジーのパラメータとしては、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびパターン合致度を採用する。

【0020】非金属介在物の種類は、鋼材の場合、JIS G 0555に規定されるA系、B系およびC系、必要ある場合はさらにA1系、A2系、B1系、B2系、C1系、C2系に判別することができる。非金属介在物以外の異物としては、付着したゴミなどの凸部およびホールや疵などの凹部を判別することができる。ちなみに、A系介在物は加工によって粘性変形したもの（硫化物、けい酸塩など）で、必要ある場合には、さらにA1系（硫化物）とA2系（けい酸塩）に分けると規定されている。B系介在物は加工方向に集団をなして不連続的に粒状の介在物が並んだもの（アルミナなど）で、Nb、Ti、Zrの1種または2種以上を含む鋼においては、必要ある場合には、さらにB1系（アルミナなどの酸化物系）とB2系（Nb、Ti、Zrの炭窒化物系）に分けると規定されている。また、C系介在物は粘性変形をしないで不規則に分散するもの（粒状酸化物など）で、Nb、Ti、Zrの1種または2種以上を含む鋼においては、必要ある場合には、さらにC1系（酸化物系）とC2系（Nb、Ti、Zrの炭窒化物系）に分けると規定されている。

る。被検査範囲の正方形または長方形内に、図2のように顕微鏡視野が区切られているとする。X方向の全視野数を X_{\max} 、Y方向の全視野数を Y_{\max} 、試料ステージ2の移動により観察視野がX方向に移動した視野数を i 、Y方向に移動した視野数を j とする。

【0017】被検査範囲のコーナー部4視野すなわちA、B、C、D中の3視野、例えばA、B、Cに焦点を合せ、A視野のZ座標を0とすると、X方向傾斜は図3のように $\Delta AB / X_{\max}$ 、Y方向傾斜は図4のように $\Delta AC / Y_{\max}$ となる。被検査範囲は平面であると仮定できるので、XY座標(i , j)の任意の観察視野における焦点位置のZ座標は、

【0021】形状パラメータの円形度 a 、複雑度 b およびアスペクト比 c は、

$$a = 4\pi \times (\text{面積}) / (\text{周囲長})^2$$

$$b = (\text{周囲長})^2 / (\text{面積})$$

$$c = (\text{長径}) / (\text{短径})$$

で定義される。

【0022】ヒストグラムの分散度は、図5のように、ヒストグラム全面積に対する斜線で示す設定範囲中の面積の比率で定義される。また、ヒストグラムのパターン合致度は、あらかじめ既知の各種非金属介在物についてヒストグラムの標準パターンを作成しておき、未知異物について得られたヒストグラムを重ねたときの面積差と標準パターンの面積との比で定義される。

【0023】パターン合致度の例を示すと、図6(b)のように、実線の標準パターンと破線で示す未知異物のヒストグラムパターンとの面積差、すなわち斜線部分の面積と標準パターンの面積との比がパターン合致度である。なお、未知異物のヒストグラムパターンのピーク位置が、図6(a)の破線のよりに標準パターンのピーク位置と一致しないときは、あらかじめ設定した範囲内のものについて、ピーク位置を図6(b)のように一致させて面積差を求める。

【0024】本発明法におけるニューロ・ファジー推論は、上記各パラメータを採用して、従来から一般に行われている手法により行うことができる。すなわち上記各パラメータについて、既知異物の計測値をあらかじめ記憶させておき、未知異物の計測値を順次比較して判別する。判別結果については、熟練オペレーターが正認識か誤認識かを判定し、繰り返し学習させることで、正認識率を高めかつ判別速度を向上させていく。

【0025】つぎに本発明装置は、図1の例に示すように、金属顕微鏡1、試料ステージ2、試料ステージコントローラ3、Z軸コントローラ4、CCDカメラ6、および演算制御処理装置からなる。演算制御処理装置は、焦点合せ機構、粗検査機構および精密検査機構を有する。

【0026】焦点合せ機構は、試料面のX方向傾斜および

びY方向傾斜から被検査範囲各視野の焦点位置を演算し、試料ステージコントローラ3およびZ軸コントローラ4を作動させる機構であり、図1の例ではホストパソコン10、通信インターフェース5、試料ステージコントローラ3、Z軸コントローラ4、画像処理ボード8、カメラ電源7、およびCCDカメラ6で構成される。

【0027】粗検査機構は、被検査範囲の全視野について、試料ステージコントローラ3およびZ軸コントローラ4を作動させ、試料ステージ2の全視野スキャンを行うとともに、CCDカメラ6による顕微鏡像の撮像結果を画像処理して異物の有無を判定する機構であり、図1の例ではホストパソコン10、通信インターフェース5、試料ステージコントローラ3、Z軸コントローラ4、画像処理ボード8、カメラ電源7、およびCCDカメラ6で構成される。

【0028】精密検査機構は、試料ステージコントローラ3およびZ軸コントローラ4を作動させ、粗検査で異物有りと判定した各視野について選択スキャンを行い、画像処理により、異物の円形度、複雑度およびアスペクト比からなる形状パラメータ、および赤緑青3原色のヒストグラムからなる色パラメータ、該ヒストグラムの分散度およびパターン合致度をパラメータとするニューロ・ファジー推論を行い、異物が非金属介在物であるか否か、非金属介在物である場合はその種類を判別し、必要データを出力する機構である図1の例では、精密検査機構は、ホストパソコン10、通信インターフェース

5、試料ステージコントローラ3、Z軸コントローラ4、画像処理ボード8、カメラ電源7、CCDカメラ6、PC用モニター13およびプリンター14で構成される。そして、各機構の作用については、上記本発明法において説明したとおりである。

【0029】

【実施例】軸受鋼圧延材について40個のサンプルを切り出し、圧延方向に平行な面を鏡面研磨して、図1に示す構成の本発明法および装置により非金属介在物の検査を行った。被検査範囲は各サンプルとも5mm×5mmの正方形とし、顕微鏡倍率は400倍でそれぞれ20視野検査した。検査所要時間は、1サンプルあたり4分であった。各サンプル内に存在した最大の異物について、本発明法および装置による自動判別結果と熟練オペレーターの判別結果とを対比し、熟練オペレーターの判別を正しいとすると、表1に示すように、正認識数は合計40個中36個であり、正解率90%であった。

【0030】判別例を図7、図8および図9に示す。各図において、左側はCCDカメラで撮像後、画像処理により2値化した像、右側は3原色のヒストグラムである。図7はサルファイド（硫化物）、図8はオキサイド（酸化物）、図9は付着したゴミと判別したものである。

【0031】

【表1】

介在物／異物系 (目視観察基準)	正認識数 (個)	誤認識数 (個)	合計 (個)
オキサイド (Al, O ₂)	8	1	9
オキサイド (Mn-Silicate)	1	0	1
サルファイド (MnS)	21	0	21
ホー ル ・ 割 れ	1	1	2
ゴ ミ	3	1	4
汚 れ	2	1	3
合 計	36	4	40

【0032】

【発明の効果】本発明法および装置の採用により、従

来、オペレーターに多大な精神的および肉体的な負荷がかかっていた非金属介在物検査の自動化が、実用レベル

で可能となる。すなわち従来の自動化処理では長時間を要し、かつ介在物種類の判別結果においては誤認識の確率が高く、信頼性が不十分であったが、実用レベルの時間で正認識率90%以上が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明法および装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明法および装置における焦点合せ機構の説明図である。

【図3】本発明法および装置における試料面のX方向傾斜の説明図である。

【図4】本発明法および装置における試料面のY方向傾斜の説明図である。

【図5】本発明法および装置におけるヒストグラム分散の説明図である。

【図6】本発明法および装置におけるヒストグラムのパターン合致度の説明図である。

【図7】本発明法および装置の実施例における判別結果の例を示す画像およびヒストグラムである。

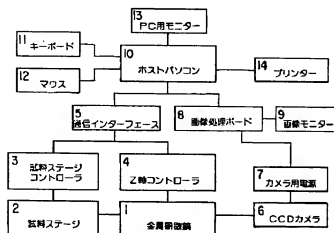
【図8】本発明法および装置の実施例における判別結果の別の例を示す画像およびヒストグラムである。

【図9】本発明法および装置の実施例における判別結果の別の例を示す画像およびヒストグラムである。

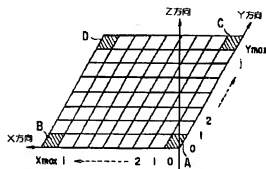
【符号の説明】

- 1…金属顕微鏡
- 2…試料ステージ
- 3…試料ステージコントローラ
- 4…Z軸コントローラ
- 5…通信インターフェース
- 6…CCDカメラ
- 7…カメラ用電源
- 8…画像処理ボード
- 9…画像モニター
- 10…ホストパソコン
- 11…キーボード
- 12…マウス
- 13…P C用モニター
- 14…プリンター

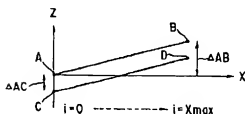
【図1】



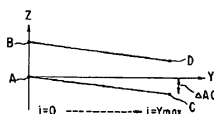
【図2】



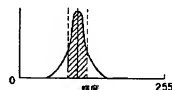
【図3】



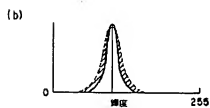
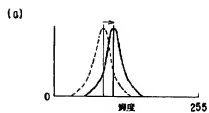
【図4】



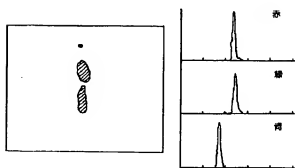
【図5】



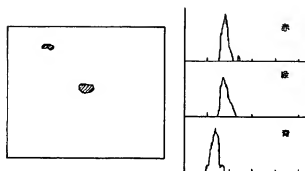
【図6】



【図8】



【図7】



【図9】

